植 物 分 类 学 报 28 (4): 294—298 (1990)
Acta Phytotaxonomica Sinica

国产肉苁蓉属(列当科)花粉及种皮的形态研究

张 志 耘
(中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室，北京 100093)

STUDIES ON THE POLLEN MORPHOLOGY AND SEED COAT OF THE GENUS *CISTANCHE* (OROBANCHACEAE) IN CHINA

ZHANG ZHI-YUN
(Laboratory of Systematic & Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100093)

Abstract In the present paper pollen grains of 5 species and seed coat of 4 species of the genus *Cistanche* (Orobanchaceae) from China were examined by scanning electron microscope As a result, two types of the pollen exine sculpture are distinguished: (1) tuberculate, *C. salsa* and *C. lanzhouensis*; (2) rugulate or fine reticulation formed by the fusion of rugae, C. sinensis, *C. deserticola* and *C. tubulosa*. Chinese *Cistanche* was classified into two sections based on the gross morphology by the present author (Zhang, 1984). *C. lanzhouensis* and *C. sinensis* were included in one section. This classification is in conflict with the pollen type, which indicates that the characters of pollen grains and external morphology in this genus have evolved at different rates. The differences in pollen morphology of Chinese *Cistanche* can serve as characters for delimitating species.

According to our observation, *C. lanzhouenis* Z. Y. Zhang differs from the other members of *Cistanche* not only in external morphology but also in pollen morphology. Pollen grains are subprolate in this species, while prolate in the other four species, and exine sculpture is tuberculate. The present study provides the establishment of this new species (Zhang, 1984) with palynological evidence.

The seed coat sculpture in Chinese *Cistanche* are constantly alveolate, but there are some slight differences, by which the sculpture can be divided into two types: (1) testa cells have or have not thickenings on the inner anticlinal walls; cavernulous sculpture is present on outer periclinal wall of some cells: *C. sinensis;* (2) testa cells have striate thickenings on the inner anticlinal walls: *C. salsa, C. deserticola* and *C. tubulosa*. The characters of seed coat of some significance for the delimitation of species.

Key words *Cistanche*; pollen morphology; seed coat.

摘要 本文借助扫描电镜，对国产肉苁蓉属 *Cistanche* 植物的花粉外壁及种皮纹饰进行了观察，并讨

本文承张玉龙先生及刘长江先生提宝贵意见，本所照相室及电镜室的肖荫厚、杨学健同志协助扫描电镜工作，在此一并致谢。
1988.09.26 收稿。

论了它们的分类学意义。结果表明：该属各个种之间在花粉外壁纹饰及种皮纹饰上的差异可为种的区分提供依据。

关键词 肉苁蓉属；花粉形态；种皮。

肉苁蓉属 *Cistanche* Hoffmg. et Link 是列当科 Orobanchaceae 的一个小属，全世界共有 20 余种，主要分布于北半球温暖的干燥地区。我国有 5 种，分布于西北地区，其中肉苁蓉 *C. deserticola* 是特产于我国的有名中药。肉苁蓉及管花肉苁蓉 *C. tubulosa* 都被列为我国第一批珍稀濒危保护植物，是三级重点保护植物(傅立国，1989)。作者(1984)曾对该属的分类作过较详细的订正。现对该属的范围及名称已有较明确的概念。Hambler (1957)、张寿洲(1989)和 Ozenda 等(1977)曾分别对该属植物的细胞学和解剖学作过研究。本文在扫描电镜下观察了国产肉苁蓉属全部 5 个种的花粉形态及 4 个种（因为兰州肉苁蓉 *C. lanzhouensis* 仅 1 号标本，且未到果期)的种皮纹饰，并讨论了它们的分类学意义。

一、材料和方法

花粉及种子研究的材料全部取自本所标本馆 (PE)，先从腊叶标本上取下成熟的花粉或种子，置于双面胶纸上，镀膜后在扫描电镜下，直接观察和照相。同时，为使花粉形状复原，取成熟的花药，用洪德元 (Hong, 1983) 的方法处理，以作对照。结果表明，肉苁蓉属花粉形态为长球形。每种花粉及种子取 2—3 个不同产地的标本，并测量 10 粒，取其最大及最小值。

二、观察结果

(一) 花粉特征

该属花粉为近长球形或长球形，赤道面观为长椭圆形，极面观为 3 裂圆形，大小为 (24.0—34.2)μm × (17.0—25.3)μm；3 沟，沟长几到两极，外壁具小瘤状、较大的小瘤状或皱波等不同的纹饰。

1. 盐生肉苁蓉 *Cistanche salsa* (C. A. Mey.) G. Beck（图版 1：7—9）

花粉长球形，大小为(30.1—34.2)μm × (20.2—25.3)μm；3 沟，沟膜具瘤状突起。外壁具小瘤状纹饰，并具分布较稀疏、不均匀且较小的小穿孔。凭证标本 (voucher)：新疆喀什 (Kashi, Xinjiang)，新疆考察队 405(Xinjiang Exped. 405)。

2. 肉苁蓉 *C. deserticola* Ma（图版 1：4—5）

花粉长球形，在沟界极区凸起，大小为(24.0—30.6)μm × (17.0—22.7)μm；3 沟，沟膜具分布较均匀的瘤状突起，外壁具由皱波融合形成的细网状纹饰。凭证标本(voucher)：内蒙古巴彦淖尔盟 (Bayannur Meng, Nei Monggol)，药品检验所 011 (Institute for Drug Control 011)。

3. 管花肉苁蓉 *C. tubulosa* (Schenk) R. Wight（图版 2：4—6）

花粉长球形，大小为 (26.0—28.9)μm × (20.6—23.3)μm，3 沟；沟膜具分布不均匀的

瘤状突起,外壁具皱波状纹饰,并具密集而较细的小穿孔。凭证标本 (voucher): 新疆且末 (Qiemo, Xinjiang), 新疆考察队 9536 (Xinjiang Exped. 9536)。

4. 兰州肉苁蓉 *C. lanzhouensis* Z. Y. Zhang (图版 2: 1—3)

花粉近长球形,大小为 (25.0—29.4)μm × (19.2—23.3)μm, 3 沟;沟膜具瘤状突起,外壁具较大的小瘤状纹饰,并具分布密而较大的小穿孔。凭证标本 (voucher): 甘肃兰州 (Lanzhou, Gansu), 刘介中等 215 (J. Z. Liu 215)。

5. 沙苁蓉 *C. sinensis* G. Beck (图版 1: 1—3,图版 2: 9)

花粉长球形,大小为 (28.0—31.3)μm × (18.1—22.2)μm, 3 沟;沟膜具瘤状突起,外壁在沟间区的中部常具皱波状纹饰(图版 1: 3),但在沟边附近及两极处,常具小瘤状纹饰,并有稀疏的小穿孔(图版 2: 9)。凭证标本 (voucher): 内蒙古乌兰察布盟 (Ulanqab Meng, Nei Monggol), 内蒙古大学 12 (Nei Monggol University 12)。

(二) 种子特征

该属植物的种子一般都甚小,形状较规则,多为椭圆状、长圆状或椭圆状长圆形,偶见有长方形状或长扇形状;大小为 (0.55—1.30) × (0.40—0.9)mm; 表面具蜂窝状纹饰,种皮细胞排列较整齐。

1. 盐生肉苁蓉 *C. salsa* (C. A. Mey.) G. Beck (图版 3: 5—6)

种子椭圆状或长圆状,长约 0.7—0.9mm, 宽约 0.5—0.6mm, 表面具典型的蜂窝状纹饰,种皮细胞形状不规则, 近圆形、长圆形或多边形,不等大,细胞内垂周壁上具不大清晰的、断裂的条纹状增厚。凭证标本 (voucher):内蒙古锡林郭勒盟 (Xilin Gol Meng, Nei Monggol), 草原 9 组 (Grassland Group 9, 37)。

2. 肉苁蓉 *C. deserticola* Ma (图版 3: 7—9)

种子椭圆状、长圆状、椭圆状长圆形或长方状,长约 1.0—1.30mm, 宽约 0.8—0.9mm; 表面具典型的蜂窝状纹饰,种皮细胞近圆形、长圆形或多边形,不等大,在细胞的整个内垂周壁上具分布较均匀的、有时断裂的较粗的条纹状增厚。凭证标本 (voucher): 内蒙古巴彦淖尔盟 (Bayannur Meng, Nei Monggol),药品检验所 011(Institute for Drug Control 011)。

3. 管花肉苁蓉 *C. tubulosa* (Schenk) R. Wight (图版 2: 7—8)

种子不规则近圆形,直径约 0.55—0.78mm,表面具典型的蜂窝状纹饰; 种皮细胞多边形,不等大,在细胞的整个内垂周壁上具分布较密、较均匀、较细的环状条纹增厚,并具细小的小穴。凭证标本 (voucher): 新疆且末 (Qiemo, Xinjiang), 新疆考察队 9536 (Xinjiang Exped. 9536)。

4. 沙苁蓉 *C. sinensis* G. Beck (图版 3: 1—4)

种子长圆状、不规则长圆状、长方状或长扇状, 长约 0.6—0.85mm, 宽约 0.40—0.55 mm,表面具不大典型的蜂窝状纹饰; 种皮细胞近圆形, 长圆形或不规则多边形, 稍近等大, 细胞的内垂周壁上粗糙(图版 3: 4)或具不规则的带状增厚 (图版3: 2), 在一些细胞的外平周壁上有小穴纹饰 (图版 3: 3)。凭证标本 (voucher): 甘肃兰州 (Lanzhou, Gansu), 陕甘队 10339(Shaangan Exped. 10339)。

三、讨　论

观察结果表明：国产肉苁蓉属植物的花粉，按其外壁纹饰的差异，可分为两类：(1)外壁具小瘤状或较大的小瘤状纹饰，包括盐生肉苁蓉及兰州肉苁蓉；(2)外壁多具皱波状纹饰或皱波融合而形成细网状纹饰，包括沙苁蓉、肉苁蓉及管花肉苁蓉。作者(1984)曾依据外部形态的性状，将国产肉苁蓉属分为中国肉苁蓉组 Sect. Subcistanche G. Beck 及肉苁蓉组 Sect. Cistanche。在该划分中，兰州肉苁蓉及沙苁蓉属于中国肉苁蓉组，其余均属于后一组。这与上述花粉性状所分的两类有些不协调。由于我国该属植物不多，加之植物各特征的进化速率不一定相等，因此要建立该属更自然的分类系统，还要作深入研究。作者认为，本文在扫描电镜下反复观察到的该属5个种的外壁特征，在种间的差异是较稳定的，可作为区分种的依据之一。值得一提的是作者(1984)据采自甘肃兰州的模式标本而建立的兰州肉苁蓉，在外部形态上，它的花萼5深裂，裂片不等大而区别于沙苁蓉；而它的花粉近长球形(其余4种均为长球形)，外壁具较大的小瘤状纹饰，并具分布密而较大的小穿孔亦明显不同于该属其它种。孢粉学的研究支持兰州肉苁蓉的建立。

列当科是被子植物中较进化的一个类群。该科的大多数属，例如列当属(*Orobanche* L.)、草苁蓉属(*Boschniakia* C. A. Mey. ex Bongard)及齿鳞草属(*Lathraea* L.)等，均具两侧对称的二唇形花冠。而肉苁蓉属的花冠近辐射对称，裂片近等大，显然，在该科中肉苁蓉外部形态的特征较原始。但据作者(1988)研究，列当属花粉外壁纹饰在种间分化不明显，多为瘤状。而在肉苁蓉属中，不但种间界限清楚，而且还出现了比瘤状纹饰进步的皱波状或皱波状融合形成的细网状纹饰。说明这两个属在该科中既有联系又有差别。

近二、三十年来，人们逐渐将植物表皮细胞的特征，包括种皮性状，应用于植物分类学及系统学的研究，并证明对种或科一级水平上的分类有意义(Barthlott, 1981)。本文在扫描电镜下观察到肉苁蓉属种皮一致具蜂窝状纹饰，据细节上的差异可分为两类：一类是种皮细胞的内垂周壁上纹饰变异较大，同时在一些细胞的外平周壁上有小穴纹饰，只包括沙苁蓉一种。另一类是种皮细胞垂周壁上纹饰较稳定，具条纹状增厚纹饰，包括盐生肉苁蓉、肉苁蓉及管花肉苁蓉3种。种皮性状的分类恰好与外部形态的分组一致。我们注意到沙苁蓉这个种在花粉及种皮性状上都有一定变异，表现在花粉外壁在中部常具皱波状纹饰，而在沟边附近及两极，常具小瘤状纹饰；种皮细胞的内垂周壁上无增厚纹饰或有。结合到外部形态特征，该种花萼4深裂而显著不同于其它种5浅一深裂。看来，将它放在中国肉苁蓉组或肉苁蓉组似乎都不大合适，它可能是联系这两个组的中间类群。随着研究的深入，将会得出更客观的处理。

列当科列当属和草苁蓉属的种皮纹饰为网状(张志耘，1987，1988)。列当属种皮细胞壁较矮，内垂周壁上未见有增厚纹饰；而草苁蓉属的丁座草(*B. himalaica* Hook. f. et Thoms.)其种皮细胞壁高，垂周壁上具规则的细网状增厚纹饰(丁座草的种皮纹饰应称为蜂窝状更合适)。肉苁蓉属的种皮特征与列当属不同而与草苁蓉属的丁座草较相似。但在外部形态上，肉苁蓉属花冠不为二唇形，筒部不膨大，而草苁蓉属的花冠二唇形，筒部膨大。总之，肉苁蓉属与列当属及草苁蓉属的关系还有待深入研究。而该属的种皮性状

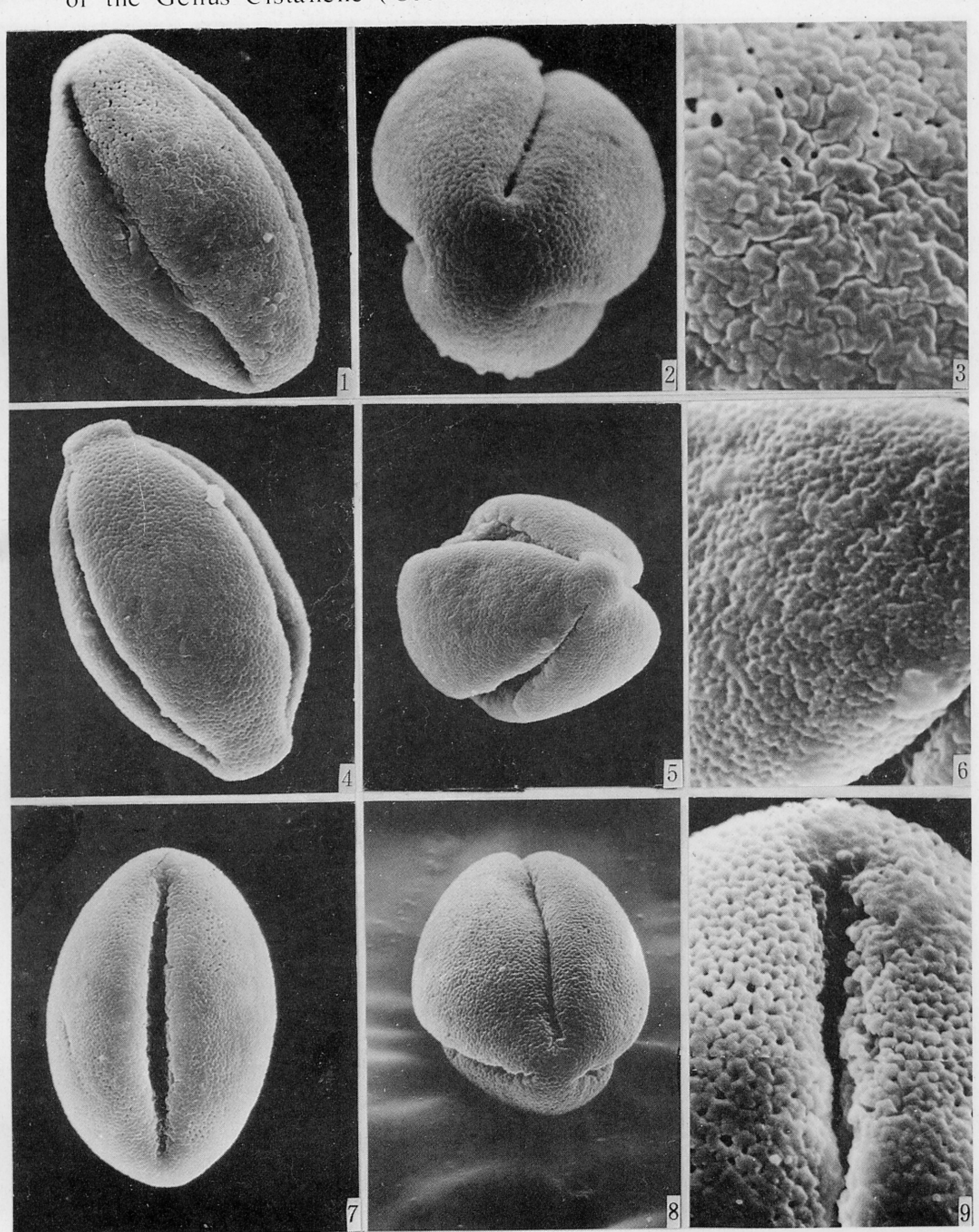
对种的区分具有一定的分类学意义。

参考文献

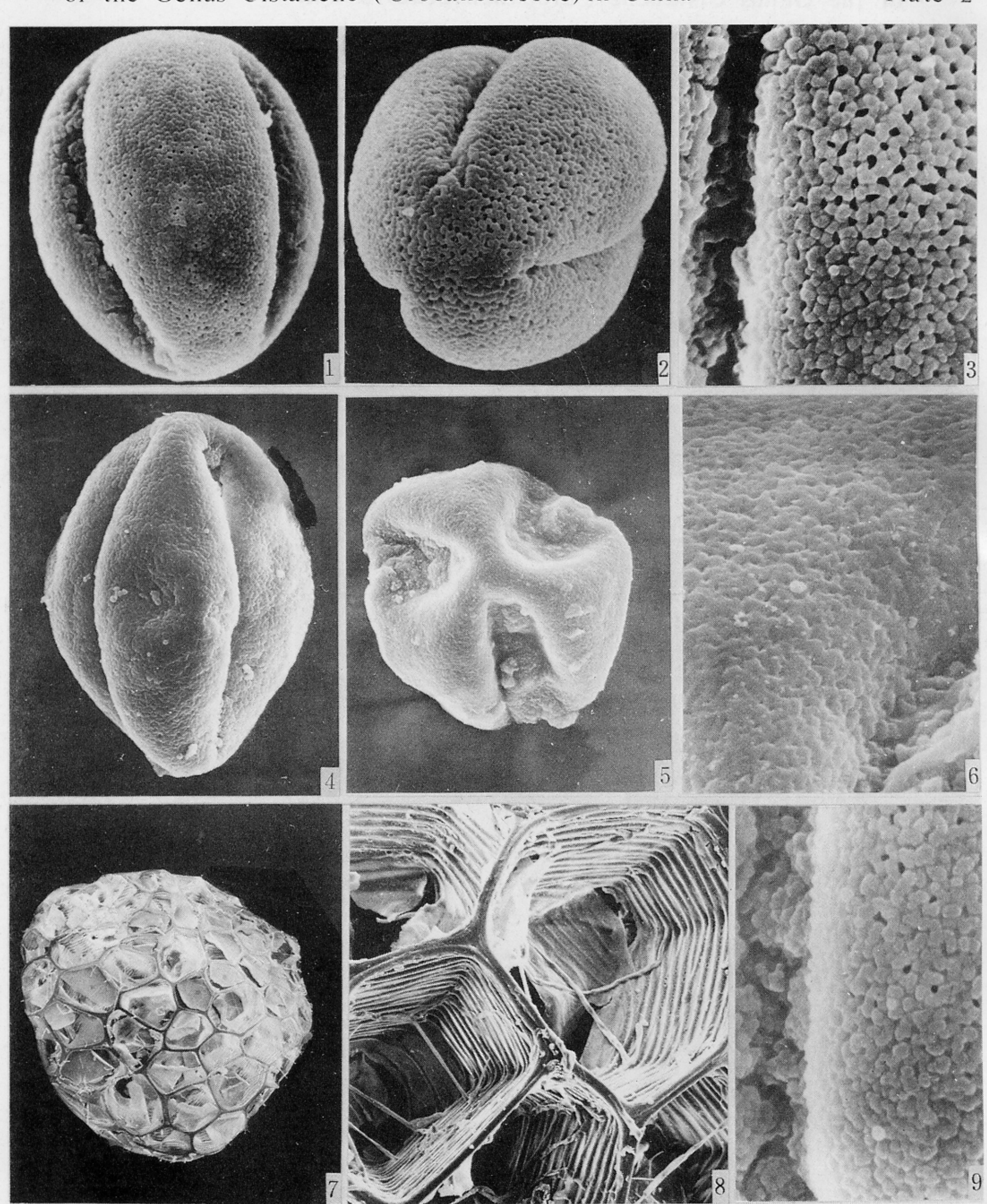
[1] 张志耘，1984：中国列当科的研究(一)，植物研究，**4**(4)：111—119。
[2] ——，1987：草苁蓉属(列当科)分类的研究，云南植物研究，**9**(3)：289—296。
[3] ——，1988：中国列当属的分类及与邻近属的关系，植物分类学报，**26**(5)：394—403。
[4] 张寿洲，马毓泉，1989：肉苁蓉的核型分析，内蒙古大学学报(自然科学版)，**20**(2)：277—280。
[5] 傅立国，1989：中国珍稀濒危植物，上海教育出版社，上海。
[6] Barthlott, W., 1981: Epidermal and seed surface characters of plants: systematic appliability and some evolutionary aspects. *Nord. J. Bot*. **1**(3): 345—355.
[7] Hambler, D. J., 1957: Chromosome numbers in some members of the family Orobanchaceae, *Journ. Linn. Soc. Bot.* **55**(363): 772—777.
[8] Hong De-yun, 1983: On pollen shape in some groups of dicotyledons. *Grana* **22**: 73—78.
[9] Ozenda, P., 1977: Recherches sur les phanérogames parasites V. sur quelques particularités anatomiques du genere Cistanche (Orobanchaceae), *Bull. Soc. Bot. Fr.* **124**(7—8): 451—464.

图版说明 Explanation of plates

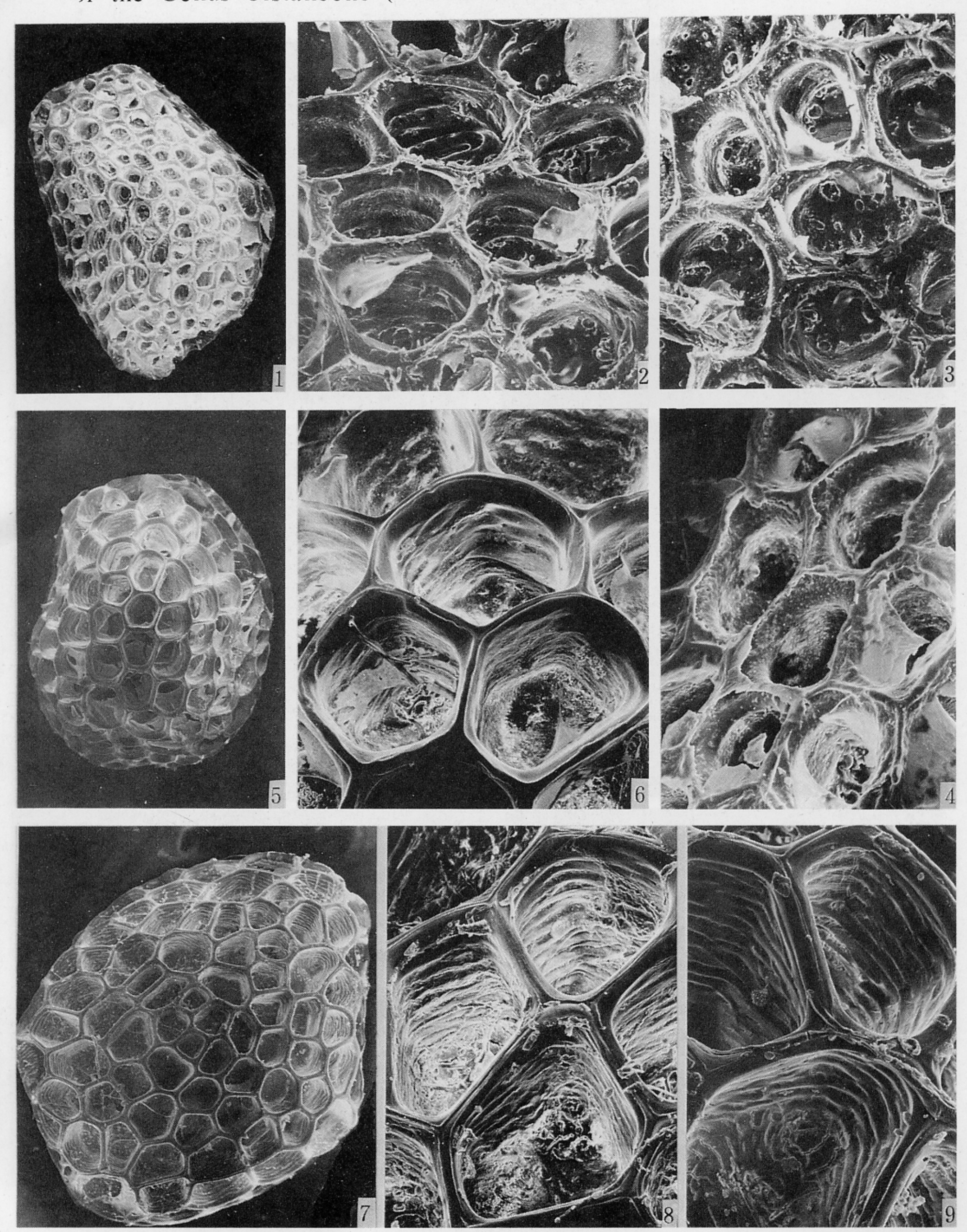
Plate 1 1—3. 沙苁蓉 *Cistanche sinensis* G. Beck; 4—6. 肉苁蓉 *C. deserticola* Ma; 7—9. 盐生肉苁蓉 *C. salsa* (C. A. Mey.) G. Beck (1, 4, 5. ×1800; 2.×2100; 3, 6, 9.×6000; 7, 8. ×1500)。
Plate 2 1—3. 兰州肉苁蓉 *Cistanche lanzhouensis* Z. Y. Zhang; 4—8. 管花肉苁蓉 *C. tubulosa* (Schenk) R. Wight; 9. 沙苁蓉 *C. sinensis* G. Beck (1,2,4. × 1800; 5. × 1500; 3, 6, 9. × 6000; 7. × 60; 8. × 300)。
Plate 3 1—4. 沙苁蓉 *Cistanche sineisis* G. Beck; 5—6. 盐生肉苁蓉 C. salsa (C. A. Mey.) G. Beck; 7—9. 肉苁蓉 *C. deserticola* Ma (1, 5, 7. × 60; 2,3,4,6,8,9. × 300)。



See explanations at the end of text



See explanations at the end of text



See explanations at the end of text